



Von Bauern gefürchtet: Apfelschorf auf Blättern und Früchten (Bilder 1, 5, 6). Auf züchterischem Weg – durch Einkreuzen mit einem resistenten Wildapfel (*Malus floribunda*, Bild 2) – lassen sich die bestehende Apfelsorten nicht resistent machen. Mit gentechnischen Methoden gelingt dies jedoch. Gegenwärtig arbeiten die Forschenden aber daran, aus den resistenten Äpfeln ein unerwünschtes Antibiotikaresistenzgen zu entfernen (Bilder 3 und 4: gentechnisch veränderte Apfelmoleküle und -bäumchen).

Bilder: Plant Pathology IBZ ETH-Zürich; Agroscope Changins-Wädenswil ACW (Bild 2)



Das hohe Cis im Apfelbaum

Apfelkulturen sind anfällig für Pilzkrankheiten und werden darum mit Fungiziden behandelt. Mittels gentechnischer Methoden könnten sie gegen Pilzbefall resistent gemacht werden. Doch transgene Lebensmittel sind umstritten. Ein ETH-Forscher sucht neue Wege.

VON BEAT GLOGGER

Kaum haben die jungen Blätter am Apfelbaum ausgetrieben, bekommen sie auf der Oberseite hässliche, braune Flecken, die sich bis in den Sommer kontinuierlich vergrössern. Später bilden sich auch auf den Äpfeln dunkle, oft gezackte Flecken und Risse. Solche Früchte lassen sich nicht mehr verkaufen. Schuld daran ist der so genannte Apfelschorf, eine der am meisten gefürchteten Pilzkrankheiten im Obstbau, die in Plantagen rund um die Welt sehr häufig auftritt.

Dem Erreger, einem Pilz namens *Venturia inaequalis*, ist nur mit Fungiziden beizukommen. So muss ein Bauer bis zur Ernte der Früchte um die zehnmals zur Giftspritze greifen: ein ökologisches Problem.

Langer Weg zur Resistenz

Darum bemühen sich Obstzüchter, unter anderem auch in der Schweiz, Apfelsorten zu züchten, denen der Schorfpilz nichts anhaben kann. Und tatsächlich gibt es heute schorffresistente Sorten. Doch die Topaz, Florina, Rubinola und andere stehen bei den Konsumenten nicht hoch im Kurs, und selbst sie werden ausser im Bioanbau noch zwei- bis dreimal pro Jahr gespritzt. Die auf dem Markt beliebtesten Apfelsorten wie Golden Delicious, Gala oder Gloster sind hoch anfällig. Als mittel anfällig gelten Cox Orange, Gravensteiner oder Jonagold.

«Auf züchterischem Weg ist es nicht möglich, eine bestehende Apfelsorte gegen eine Krankheit resistent zu machen», sagt Cesare Gessler vom Institut für Inte-

grative Biologie an der ETH Zürich. Denn beim Einkreuzen einer Krankheitsresistenz verändert sich der ganze Apfel. Schon nach der ersten Kreuzung ist ein Gala kein Gala mehr. Und wahrscheinlich nicht mal essbar.

Ausserdem ist das züchterische Kreuzen auch ein sehr langer Weg zum «besseren» Apfel. Die erste Apfelsorte, die eine gewisse Resistenz gegen den Schorf hatte, war Florina. Sie entstand aus der Kreuzung der heute nicht mehr gängigen Sorte Morgenduft (Rome Beauty) mit dem Wildapfel *Malus floribunda*, welcher

«Mit Gentechnologie bleibt Gala ein Gala. Denn wir verpflanzen nur gerade die Resistenz.»

natürlicherweise gegen den Apfelschorf resistent war. Bis daraus jedoch eine resistente und erst noch geniessbare Sorte hervorging, wurden zusätzlich Golden Delicious, Starkin und Jonathan eingekreuzt – und es vergingen sage und schreibe sechzig Jahre.

Viel schneller dank Gentechnik

«Mittels gentechnischer Methoden sind wir viel schneller», sagt Cesare Gessler. «Und mit Gentechnologie bleibt Gala ein Gala. Denn wir verpflanzen nur gerade die Resistenz und sonst nichts.»

Tatsächlich stehen in den Gewächshäusern an Gesslers Institut in Zürich

kleine Apfelbäumchen der Sorte Gala, die resistent sind gegen den Apfelschorf. Die Bäumchen sind mittlerweile fünf Jahre alt und enthalten dasselbe Resistenzgen wie alle anderen resistenten Sorten: jenes aus dem *Malus floribunda*, Baum Nummer 821, der vor fast hundert Jahren der Anfang der züchterischen Resistenzbildung von Florina und aller anderen heute schorf-resistenten Sorten war.

Doch trotz Resistenz haben Gesslers Apfelbäumchen einen Schönheitsfehler: sie sind transgen. Das heisst, sie enthalten nicht nur das eigentliche Resistenzgen namens Vf. Wobei V für den Erregerpilz *Venturia* steht und f den Ursprung des Gens in *Malus floribunda* andeutet.

Die Laborbäumchen enthalten neben diesem Apfelgen auch noch ein Gen für eine Antibiotikaresistenz, das so genannte npt-II-Gen. Dieses muss im Laufe des gentechnischen Entstehungsprozesses zwingend eingebaut werden, um die Zellen, bei denen die genetische Veränderung erfolgt ist, bereits im Reagenzglas von solchen zu unterscheiden, bei denen sie nicht erfolgt ist. Dies geschieht, indem alle Zellen auf einem mit Antibiotika versetzten Nährboden aufgezogen werden. Hier überleben nur solche, die das Antibiotikaresistenzgen eingebaut haben, also genetisch verändert sind.

Ist cis- statt transgen die Lösung?

Das Antibiotikaresistenzgen allerdings macht den nunmehr schorffresistenten Gala für viele Konsumenten inakzeptabel. Transgene Lebensmittel finden gemäss den einschlägigen Befragungen auf dem Markt keine Akzeptanz. Und doch besteht ein ökologisches Interesse daran, eine beliebte Apfelsorte so zu verändern, dass sie ohne Fungizide gute Früchte produziert. «Also muss das Antibiotikaresistenzgen raus», sagt Cesare Gessler. «Dann enthält der Apfel nur noch Gene aus dem Apfel. Er wäre also nicht mehr transgen, sondern cisgen.» Das entsprechende Projekt verfolgt Gessler im Rahmen des



nationalen Forschungsprogramms NFP 59 über Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen. So bestechend Gesslers Idee, so schwierig ist deren Umsetzung. «Wir bauen in den genetisch veränderten Pflanzenzellen auch noch ein Stück DNA ein, welches eine enzymatische Schere produziert, die sich selbst und das unerwünschte «Antibiotikagen» nach der Selektion der genveränderten Zellen entfernt. Sie sozusagen sauber macht.»

Noch redet praktisch niemand von cisgen anstelle von transgen. Glaubt Cesare Gessler, damit die Vorbehalte vieler Menschen gegenüber genetisch veränderten Pflanzen ausräumen zu können?

«Komplett wird das sicher nicht möglich sein. Aber es würde dabei helfen.» Denn ein cisgener Apfel enthält nur solche Eigenschaften, die auch mittels konventioneller Züchtung übertragen werden, solche also, die auch in einem Bioapfel vorhanden sind. Inwieweit das «cis» genetisch veränderte Pflanzen akzeptabler macht, ist ebenfalls eine Fragestellung in Gesslers Projekt. Sein Team eruiert auch die Meinung von direkt Betroffenen, etwa Obstzüchtern oder Konsumentenvertretern. Dabei hofft Gessler, dass die Diskus-

sion auch weg kommt von der alten Frage: Gentechnologie ja oder nein? «Wir müssen nicht die Technologie diskutieren, sondern deren Produkte», ist Gessler überzeugt. «Gute Produkte bringen allen einen Vorteil und werden darum akzeptiert.»

Als nächstes Feuerbrand im Visier

Ein genetisch veränderter Apfel, der keinerlei fremde Gene enthält, hätte auch einen ganz praktischen Vorteil: Man könnte das Selektionssystem mit dem Antibiotikum für den Einbau eines weiteren Gens verwenden, zum Beispiel einer zweiten Krankheitsresistenz,

Im Visier hat Cesare Gessler den Feuerbrand. Diese bakterielle Infektionskrankheit wird zunehmend zum Problem. Der Feuerbrand hat im letzten Jahr in rund 700 Gemeinden der Schweiz gewütet. Allein im Kanton Thurgau, einer traditionellen Obstbauregion, mussten 177 000 Niederstamm- und 21 000 Hochstammbäume gefällt werden. Was die Situation aber nur wenig entschärft hat; daher erlaubte das Bundesamt für Landwirtschaft

«Das Antibiotikaresistenzgen muss raus. So wäre der Apfel nicht mehr transgen, sondern cisgen.»

sogar den bisher in der Schweiz nicht zugelassenen Einsatz von Antibiotika, die ab Frühling 2008 grossflächig auf die Obstkulturen gesprüht werden dürfen. Trotz aller möglichen ökologischen Konsequenzen und der Bedenken der Imker, die eine Antibiotikakontamination des Honigs befürchten.

Doch bis es die feuerbrandresistenten Apfelbäume gibt, wird es noch einige Jahre dauern, denn noch ist nicht einmal das Gen identifiziert das für eine solche Resistenz sorgt. Gesslers Arbeitsgruppe ist daran, es zu entschlüsseln. ■